

# METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING SHAPE ON-LINE

**Publication number:** JP3065610 (A)

**Publication date:** 1991-03-20

**Inventor(s):** SAGAWA AKINORI

**Applicant(s):** SUMITOMO METAL IND

**Classification:**

- international: G01B21/06; B21B37/00; B21B38/02; G01B21/32; G01B21/06; B21B37/00; B21B38/00; G01B21/32; (IPC1-7): B21B37/00; G01B21/06; G01B21/32

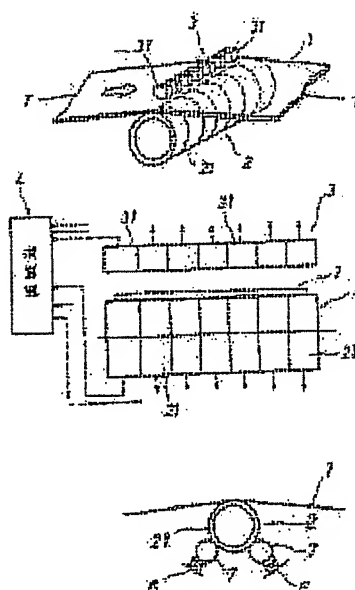
- European: B21B38/02

**Application number:** JP19890202274 19890803

**Priority number(s):** JP19890202274 19890803

## Abstract of JP 3065610 (A)

**PURPOSE:**To enable accurate measurement of the shape of a steel strip on-line by adding up the differential expansion rate of a latent shape constituent of the steel strip and the differential expansion rate of an actual shape constituent thereof. **CONSTITUTION:**First, in a steel strip width direction tensile-force distribution detecting mechanism 2, a cylindrical detection element 21 having a prescribed length is arranged in a plurality of layers in the axial direction and rollers 7 are so formed as to support the detection elements 21 slidably mutually in the axial and radial directions. The rollers 7 being brought into pressure contact with a steel strip 1, the differential expansion rate  $\Delta\epsilon_1$  of a latent shape constituent of the steel strip 1 is determined on the basis of the distribution of a tensile force of the steel strip applied to each detection element 21.; In a steel strip width direction surface displacement detecting mechanism 3, subsequently, the displacement of the surface of the steel strip is detected on the basis of measuring signals from a plurality of displacement gages 31 disposed oppositely to the detection elements 21 with a prescribed gap therefrom, and the differential expansion rate  $\Delta\epsilon_2$  of an actual shape constituent of the steel strip 1 is determined on the basis of the displacement. By adding up the differential expansion rates ( $\Delta\epsilon_1 + \Delta\epsilon_2$ ) by an arithmetic unit 4, the shape in the width direction of the steel strip 1 in the longitudinal direction can be decided.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-65610

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)3月20日

G 01 B 21/06

7907-2F

B 21 B 37/00

BBN

116 M

7728-4E

G 01 B 21/32

7907-2F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 オンライン形状測定方法および装置

⑮ 特 願 平1-202274

⑯ 出 願 平1(1989)8月3日

⑰ 発 明 者 寒 川 顕 範 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑱ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

⑲ 代 理 人 弁理士 湯浅 恭三 外4名

明 細 書

1. [ 発 明 の 名 称 ]

オンライン形状測定方法および装置

2. [ 特 許 請 求 の 範 囲 ]

1. オンラインで鋼帯に長手方向張力を加えること、該鋼帯張力の幅方向分布を測定すること、該幅方向分布にもとづいて鋼帯の潜在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_1$ を求めること、前記鋼帯表面変位の幅方向分布を測定すること、該表面変位分布にもとづいて鋼帯の顕在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_2$ を求めること、前記伸び差率を合算すること( $\Delta\epsilon_1 + \Delta\epsilon_2$ )によって鋼帯の長手方向の任意の位置における鋼帯の幅方向形状を決定することからなるオンライン形状測定方法。

2. 所定の長さを有する円筒状の検出エレメントを軸方向に複数層配列しかつ該各検出エレメントを軸方向および半径方向に互いに滑動自在に支持してローラを形成し、該ローラを鋼帯に圧接させ、該各検出エレメントにかかる鋼帯張力の分力を検出する機構と、前記各検出エレメントに所定

の間隔をあけて対向して配置された複数個の変位計を備え、該各変位計からの測定信号にもとづいて鋼帯表面の変位を検出する機構と、前記両機構からの検出信号を合算して鋼帯の形状を決定する演算器とからなるオンライン形状測定装置。

3. [ 発 明 の 詳 細 な 説 明 ]

(1) 産業上の利用分野

本発明は、鋼帯の圧延ラインにおける鋼帯の形状測定方法および装置に関するものである。

(2) 従来技術

薄鋼帯等の圧延材の形状をオンラインで測定する方法としては、圧延材に張力を付加したときに圧延材の長手方向伸びに対応して生じる圧延材の張力の幅方向分布を測定するのが一般的である。その中でも、幅方向に分割した複数個の検出エレメントを並べて、各検出エレメントにかかる圧延材張力の分力を測定する方式がよく用いられている。特に、冷間圧延においてはオンライン形状測定の主流になっている。

一方、鋼帯に張力がかかっていない状態で、鋼

帯表面変位を測定し、波の高さと波長や表面にそった長さを求めて形状を測定する方法がある。この測定方法はオフラインまたはオンライン無張力状態（例えば、熱延仕上出側で先端がダウンコイラにかみ込むまでの状態）における形状測定法として実用化されている。

しかしながら、実際のオンライン板形状測定では、種々の問題がある。まず、前者の張力分布測定方法では、張力の付加により、鋼帯の幅方向の伸び差はすべて張力の分布となるということを前提としている。しかし、伸び差が大きい場合、特に熱間圧延材では付加できる張力に限界があるため、伸び差と張力分布とが比例関係にならない場合がある。つまり、張力を付加しても顕在形状が残っているような状態がある。そのような場合には、伸び差が形状として現われている部分では、その伸び差の大小にかかわらず、張力分布としては検出されないという問題が生じる。

一方、後者の鋼帯表面変位測定法では、それが顕在形状の測定方法であるため、張力付加によっ

て鋼帯の長手方向の任意の位置における鋼帯の幅方向形状を決定することからなる手段によって、上記課題を解決している。

本発明のオンライン形状測定装置は、所定の長さを有する円筒状の検出エレメントを軸方向に複数層配列しかつ該各検出エレメントを軸方向および半径方向に互いに滑動自在に支持してローラを形成し、該ローラを鋼帯に圧接させ、該各検出エレメントにかかる鋼帯張力の分力を検出する機構と、前記各検出エレメントに所定の間隔をあけて対向して配置された複数個の変位計を備え、該各変位計からの測定信号にもとづいて鋼帯表面の変位を検出する機構と、前記両機構からの検出信号を合算して鋼帯の形状を決定する演算器とからなる手段によって、上記課題を解決している。

#### （樹作 用）

本発明の方法を用いて鋼帯の張力分布（潜在形状）と表面変化（顕在形状）とを測定する。張力分布から後述する(4)式を用いて求めた潜在形状分の伸び差率 $\Delta\epsilon_1$ と、顕在形状波形データを用い

て形状が潜在化するオンライン形状測定には適していない。仮に、オンラインでかつ無張力状態の場合、例えば熱延仕上スタンド出側で鋼帯先端がダウンコイラにかみ込むまでの間などに用いたとしても、鋼帯がテーブルローラ上を走行するときの鋼帯のばたつき等の外乱が発生しやすいため、高精度な形状測定は難しい。

#### （イ）発明が解決しようとする課題

本発明が解決しようとする課題は、鋼帯の形状をオンラインで正確に測定する方法および装置を得ることにある。

#### （ロ）課題を解決するための手段

本発明のオンライン形状測定方法は、オンラインで鋼帯に長手方向張力を加えること、該鋼帯張力の幅方向分布を測定すること、該幅方向分布にもとづいて鋼帯の潜在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_1$ を求めること、前記鋼帯表面変位の幅方向分布を測定すること、該表面変位分布にもとづいて鋼帯の顕在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_2$ を求めること、前記伸び差率を合算すること（ $\Delta\epsilon_1 + \Delta\epsilon_2$ ）に

て線積分して求めた鋼帯表面にそった長さから求めた顕在形状分の伸び差率 $\Delta\epsilon_2$ とを、重ね合わせることによって総合的な鋼帯の形状を決定する。

鋼帯張力の幅方向分布を測定する方法では、鋼帯に張力を付加することにより鋼帯の伸び差率 $\Delta\epsilon_1$ の幅方向分布を張力分布に置き換えることができる。しかし、この方法は熱間材のように大きな張力を付加できないものや平坦度の悪いものでみかけの形状不良が残ってしまうものには適していない。一方、顕在形状を測定する方法は逆に伸び差 $\Delta\epsilon_2$ が大きい測定対象に適している。また、鋼帯表面変位を測定するので、測定対象が停止状態またはオンラインでも上下動の極力小さい場所での測定が望ましい（第7図）。

そこで、本発明では、鋼帯の形状をオンラインで測定するために、分割ローラ方式の検出エレメントにより張力を付加して潜在化している鋼帯形状を張力分布として測定する方法と、変位計により鋼帯の顕在形状を測定する方法とを併用することと、広範囲にわたって鋼帯の形状を正しく測定

する。

#### (イ) 実施例

第1図および第2図を参照して、本発明のオンライン形状測定方法および装置の実施例について説明する。

まず、本発明のオンライン形状測定方法は、オンラインで鋼帯1に長手方向張力Tを加える。この張力Tは、圧延機列のスタンド間、最終スタンドとダウンコイラ間、またはブライドルロール間等によって発生される。

鋼帯1の張力幅方向分布を測定し、この張力分布にもとづいて鋼帯1の潜在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_1$ を求める。張力の幅方向分布は、後述する機構2によって検出する(第2図)。

鋼帯1の表面変位幅方向分布を測定し、この変位にもとづいて鋼帯1の顕在形状成分の伸び差率 $\Delta\epsilon_2$ を求める。この表面変位の幅方向分布は、後述する機構3によって検出する(第2図)。

伸び差率を合算すること( $\Delta\epsilon_1 + \Delta\epsilon_2$ )によって、鋼帯1の長手方向の任意の位置における鋼

する。

演算器4は、上記両機構2および3からの検出信号を合算して、鋼帯1の形状を決定する。

各検出エレメント21は、第6図に示すように、荷重を検出するロードセル6で支持されたローラ7によって回転自在にかつ半径方向に移動自在に支持される。

第3図に示すように、所定長さの円筒形状の複数の検出エレメント21で構成された形状検出ローラ2では、第4図および第5図に示すように、1個の検出エレメント21にかかる荷重Fは下記(1)式で表される。

$$F = 2T \cdot \sin\theta \quad \dots\dots(1)$$

$$T = \sigma \cdot w \cdot t \quad \dots\dots(2)$$

ただし、

$\sigma$  : 引張応力

w : 検出エレメント幅

t : 鋼板の板厚

$\theta$  : 鋼板の巻付け角

鋼帯のヤング率をEとすると、張力による伸び

率 $\epsilon$ は次式(3)で表される

$$\epsilon = \sigma / E \quad \dots\dots(3)$$

したがって、(1)、(2)、(3)式より、下記(4)式が求められる。

$$\epsilon = \frac{F}{E \cdot w \cdot t \cdot \sin\theta} \quad \dots\dots(4)$$

(4)式により、各エレメント21にかかる張力分力Fiを求めれば、伸び率 $\epsilon_i$ がわかる。そこから、伸び率分布を求めることができる。ところが、引張応力 $\sigma$ は冷間で30Kg/mm<sup>2</sup>、熱間では2Kg/mm<sup>2</sup>程度しか付加できない。したがって(3)式より、冷間で急峻度2.4% ( $E = 2.1 \times 10^4 \text{ Kg/mm}^2$ )、熱間で急峻度0.9% ( $E = 1.0 \times 10^4 \text{ Kg/mm}^2$ 、於1000℃)相当程度の伸び率までしか測定できない。

実際にはもっと伸び分布の大きい形状もあるので、その場合には張力を付加しても顕在形状が残る。そこで、残った部分については顕在形状を測定する方法を用いて測定すればよい。そのさい変

位計31により、測定する鋼帯1を挟んで検出エレメント21と反対側における変位を測定するようになれば、オンライン走行中でも鋼帯1のバタツキが発生せずに正確な測定ができるとともに、各検出エレメント21に対応する位置の鋼帯変位から顕在形状の有無を判定できるので、より正確な総合的な形状検出が可能となる。

第9図および第10図に示すような形状の鋼帯を、第1図および第2図に示すような形状測定装置を用いて測定し、オフライン状態で顕在形状を精密測定した結果を第11図に示す。第11図より下記のことがわかる。

- ① 張力分布から求めた形状は中伸びの部分が張力付加状態でも見かけ平坦にならないため、張力差となって現れないので中ほどの形状が実際よりも少な目に出ている。
- ② 変位計31によるオンライン形状測定では、耳波の部分に中伸び形状の一部が潜在化しているので、実際の形状よりも全般に少な目になっている。

$$= (L_i - L_{min}) / L_o$$

このようにして求めた $\Delta \epsilon$ を用いるのは、伸び率 $\epsilon$ では鋼板全体のうねりの影響を受けるのでそれを除くためである。

#### (h) 効 果

本発明によれば、広範囲の鋼帯形状を正確に測定でき、また、オンラインでも鋼帯のばたつきがなく、顕在形状の測定が可能になる。

#### 4. [図面の簡単な説明]

第1図は本発明の方法を実施する装置の斜視図。第2図は本発明の方法の説明図。第3図は本発明に用いる鋼帯幅方向表面変位検出機構の斜視図。第4図および第5図は検出エレメントの動作説明図。第6図は検出エレメントの支持機構の説明図。第7図は鋼帯の顕在形状と潜在形状との関係を示すグラフ。第8図は伸び差率の説明図。第9図は鋼帯の表面形状の説明図。第10図はオフライン測定データにもとづいて作成した鋼帯形状の模式図。第11図は鋼帯形状の測定結果を示すグラフ。

⑤ 本発明の方法を用いて、張力分布と顕在形状の両方を測定することによって求めた形状は、オフライン無張力状態で精密に測定した形状とよく一致しており、本発明により鋼帯形状を正しく測定できるということがわかる。

なお第11図中の伸び差率 $\Delta \epsilon$ とは、第8図に示すように、幅方向の伸び分布のうち、伸び $L$ の最小のところを標準にして、次のようにして求める。

まず幅方向 $n$ 点の各位置における投影長 $L_o$ の間の鋼板の長さ $L_i$  ( $i=1-n$ )を求める。次に、各点における投影長 $L_o$ に対する鋼板の伸び率

$\epsilon_i$  を

$$\epsilon_i = \frac{L_i - L_o}{L_o}$$

として求める。次に、 $\epsilon_i$ の中で最も小さいもの、すなわち伸びの最小のものを求めて、それを

$\epsilon_{min} = (L_{min} - L_o) / L_o$  とする。最後に、

$\epsilon_{min}$ を基準として幅方向各点の伸びの差 $\Delta \epsilon_i$

を求める。すなわち、 $\Delta \epsilon_i = \epsilon_i - \epsilon_{min}$

1: 鋼 帯

2: 鋼帯幅方向張力分布検出機構

3: 鋼帯幅方向表面変位検出機構

21: 検出エレメント

31: 変位計。

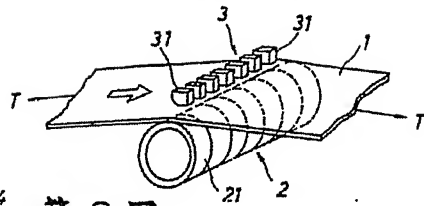
特許出願人 住友金属工業株式会社

代 理 人 弁 理 士 湯 浅 恭

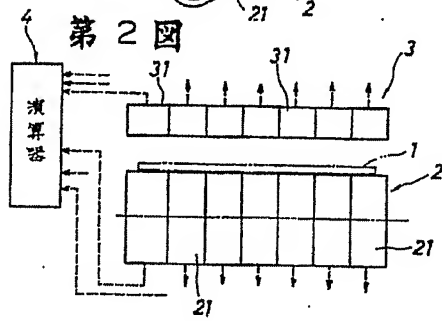


(外4名)

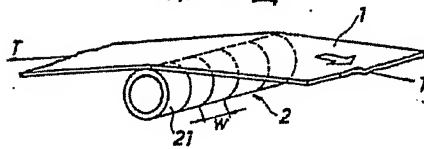
第1図



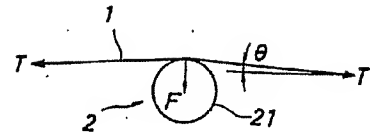
第2図



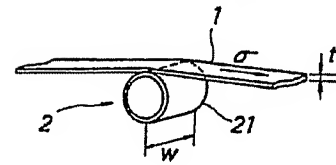
第3図



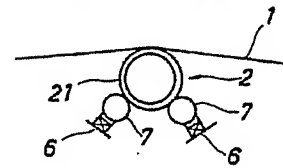
第4図



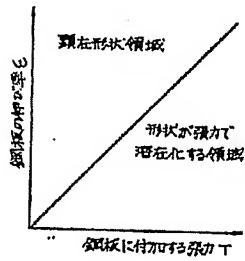
第5図



第6図



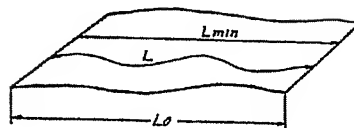
第7図



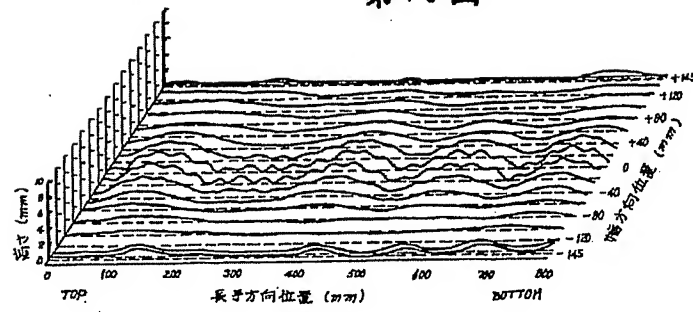
第9図



第8図



第10圖



第11圖

